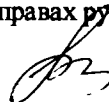


0-791927

На правах рукописи



Аношкина Людмила Владимировна

**СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД  
В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ г. БРАТСКА**

**Специальность 03.02.08. – Экология**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата биологических наук**

**Владивосток - 2011**

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Братский государственный университет» на кафедре «Лесоинженерное дело»

Научный руководитель доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор  
Рунова Елена Михайловна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
Комарова Татьяна Александровна

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000710658

доктор биологических наук  
Москалюк Татьяна Александровна

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет»**

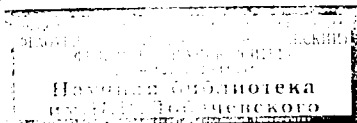
**Защита состоится «27» декабря в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.056.02 при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» по адресу: 690091, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, ауд. 435**

Отзывы на автореферат просим направлять по адресу: 690091, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27, комната 417, кафедра экологии.

Факс (4232) 245-94-09 E-mail: [marineecology@rambler.ru](mailto:marineecology@rambler.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВПО РФ «Дальневосточный федеральный университет»

Автореферат разослан «25» ноября 2011 г.



Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

Ю.А.Галышева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Рациональное использование озелененных территорий в пределах промышленного города является одной из наиболее актуальных задач при создании комфортных условий для жизнедеятельности человека. Однако в условиях урбанизированной среды растения подвергаются сильной техногенной и антропогенной нагрузкам, в результате снижается уровень жизнеспособности древесной растительности и её средообразующая функция.

Система озеленения города формируется в виде целостной и непрерывной структуры, объединяющей естественный компонент городской среды с элементами искусственных ландшафтов. Особенно актуальна проблема сохранения природных зеленых массивов для северных городов с суровыми климатическими условиями и ограниченным ассортиментом растительности. При низких температурах среды процессы роста и восстановления древесной растительности протекают медленно, что не позволяет получить достаточного эффекта от искусственного озеленения. В таких условиях при планировании системы озеленения города необходимо решить задачу снижения антропогенной нагрузки на селитебные территории при помощи оптимального размещения и подбора ассортимента древесных пород.

**Цель работы.** Определить жизнеспособность и выбрать рациональное размещение древесных пород в зеленых насаждениях г. Братска на основе анализа их состояния.

Для достижения цели предстояло решить следующие задачи:

- оценить видовой состав древостоев естественного и искусственного происхождения;
- изучить особенности состояния зеленых насаждений в условиях загрязнения и антропогенной нагрузки;
- определить степень влияния рельефа местности, типов пространственной структуры древостоев, объектов городской застройки на состояние растительности;
- оценить ландшафтные участки с целью их рекреационного использования;
- предложить рекомендации по оптимальному размещению и выбору ассортимента древесных пород, а также улучшению состояния насаждений для г. Братска.

**Научная новизна.** Впервые проведено комплексное исследование древесных пород в селитебной зоне города Братска. Доказано, что сосновые древостои, произрастающие в черте города, подвержены влиянию различной степени антропогенной и техногенной нагрузок. Разработан

интегральный показатель для оценки лесопарковых массивов с целью их рекреационной пригодности. Выявлено, что в лучшем состоянии находятся древесные породы во внутриквартальных посадках.

**Практическая значимость.** Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по улучшению ландшафтно-планировочной организации городской территории, выбору ассортимента древесных пород не только устойчивых к загрязнению, но и выполняющих существенные экологические функции, как поглотитель загрязняющих веществ. Результаты исследований использованы при оценке ослабленных промышленными выбросами и насаждений и комплексном мониторинге лесов в городе Братске в рамках экологической программы «Муниципальный контракт на оказание услуг по мониторингу лесов, подвергающихся антропогенному воздействию выбросов промышленных предприятий». Результаты работы также использованы комитетом по градостроительству г. Братска в виде рекомендаций для озеленения городских территорий.

#### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. На состояние древостоев естественного происхождения, возрастом до 60 лет в большей степени оказывает влияние антропогенная нагрузка, после достижения 60-летнего возраста начинает проявляться воздействие промышленных эмиссий.

2. Рельеф местности оказывает большее влияние на распространение выбросов промышленных предприятий, чем расстояние от источника загрязнения. На территории, расположенной ниже промышленной зоны, но на значительном удалении (34 км), загрязняющих веществ обнаружено больше, чем вблизи неё.

3. Городские насаждения, расположенные в примагистральных полосах, недостаточно эффективно выполняют свою санитарную и средозащитную функции. При формировании системы озеленения территории города необходимо добиваться укрупнения массивов насаждений, располагая их внутри жилых кварталов и связывая зелеными коридорами с массивами естественных насаждений.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались и обсуждались на международной научно-практической интернет-конференции «Леса России в XXI веке» (Санкт-Петербург, 2009), на международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы лесного комплекса» Брянск, 2009, 2010, 2011), на всероссийской научно-технической конференции «Естественные инженерные науки – развитию регионов Сибири» (Братск, 2010, 2011), на научно-практической конференции с международным участием «Актуальные

проблемы мониторинга экосистем антропогенно нарушенных территорий (Ульяновск, 2011), на совместном семинаре кафедры экологии Дальневосточного федерального университета и лаборатории биоценологии Тихоокеанского института географии (Владивосток, 2011).

**Личный вклад.** Все этапы настоящего исследования выполнены лично автором или при его непосредственном участии. Им осуществлена постановка цели и задач исследования, составлены методики и программы работы, принято непосредственное участие в сборе материалов, проведена их обработка, сформулированы выводы.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций. Объем рукописи составляет 181 страницу и включает 40 таблиц, 36 рисунков и библиографический список, содержащий 223 источника, в том числе 25 иностранных. По теме диссертации опубликовано 19 печатных работ, в том числе 3 - в ведущих научных журналах.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность заслуженному деятелю науки РФ, д.б.н. Н.К. Христофоровой за консультации и рекомендации, научному руководителю д.с.-х.н., профессору Е.М. Руновой за практическую помощь и поддержку в работе, декану лесопромышленного факультета БрГУ, к.т.н. Г.Д. Гаспаряну, председателю комитета по градостроительству г. Братска А.О. Белькову за помощь в реализации результатов исследований, д.б.н. С.В. Осипову за внимательное и глубокое ознакомление с работой и конструктивные замечания. Автор благодарит д.б.н. В.П. Селедца, к.б.н. Н.С. Шихову, д.б.н. Б.Ф. Пшеничникова за участие в обсуждении, деловые предложения, советы, направленные на улучшение работы, а также сотрудников кафедры экологии ДВФУ за дружескую поддержку и участие.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**1. Роль зеленых насаждений в оздоровлении среды промышленных городов (обзор литературы).** В главе проведен анализ современных градостроительных концепций, даны понятия «природный» и «экологический» каркас города (Григорьев, 2001; Вергунов, 1996; Владимиров, 1982, 1995, 1999). Рассмотрен ряд основополагающих научных трудов, в которых отражается устойчивость различных видов древесной растительности к токсичным веществам, выбрасываемым промышленными предприятиями (в частности, фтористым соединениям, характерным для алюминиевой промышленности): В.С. Николаевского (1979, 1996), О.В. Чернышенко (1999, 2002), Г.М. Илькуна (1971), S. Chevalier (1976), Н.И. Павлова (2006). Вопросы устойчивости экосистем Сибири к антропогенным на-

грузкам рассматриваются в трудах: Ю.Б. Хромова (1987), В.И. Воронина (2005), И.Н. Павлова (2006). Однако в литературе слабо изучено влияние антропогенной среды на древостой естественного происхождения, оказавшиеся в условиях городской застройки, что и явилось причиной данного исследования.

**2. Район работ, материалы и методы.** В главе представлена характеристика климата, рельефа, лесорастительных условий, особенностей планировочной структуры и экологического состояния города, а также характеристика исследуемых объектов, измеряемые параметры и методы их определения.

**2.1. Эколого-географические условия города.** Особенностью планировочной структуры г. Братска является территориальная разобщенность селитебных зон (рис.1).

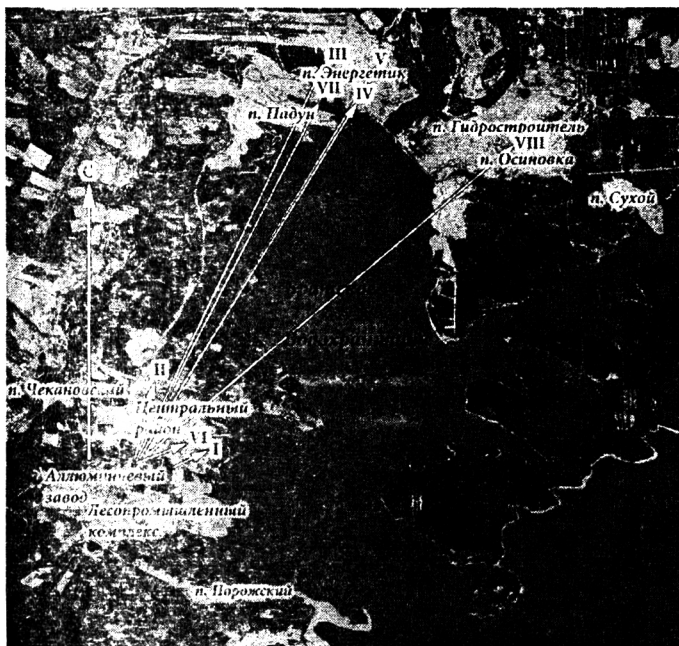


Рис.1. Схема размещения промышленной зоны, жилых районов и объектов исследования. I, II, III, IV- лесопарковые массивы, V- древостой сосны, расположенный в центре жилого района, VI, VII, VIII- насаждения в городской застройке.

Система озеленения представляет собой городские посадки в сочетании с локальными фрагментами насаждений естественного происхождения, кроме того, малочисленным ассортиментом деревьев и кустарников (Вахрушева, 2009; Аношкина, 2010).

Неблагоприятная экологическая обстановка в г. Братске связана с тем, что два градообразующих предприятия: алюминиевый завод (ОАО «РУСАЛ Братск») и лесопромышленный комплекс (ОАО «группа Илим») размещены вблизи жилой застройки без учета розы ветров относительно селитебных территорий, в связи с чем более 2/3 территории города находится в зоне воздействия промышленных предприятий. Основные компоненты, выбрасываемые заводами-загрязнителями: фтористый водород, твердые фториды, сернистый ангидрид, оксид углерода. Уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как очень высокий: объем валовых выбросов основных загрязняющих веществ в 2010 г. составил 114,33 тыс.т (Гос. доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской обл., 2010).

Для проведения анализа состояния древесных пород были выбраны озелененные территории общего пользования. Исследуемые древостои разделены на две группы: естественного происхождения, расположенные в черте города и искусственного происхождения (городские посадки) (Аношкина, 2009) (табл.1).

Таблица 1

## Характеристика древостоев

| Объект исследования                                      | Расстояние от источника загрязнения, км | Площадь, га | Высотная отметка, м |
|--|---|-------------|---------------------|
| Естественного происхождения                              |   |             |                     |
| Лесопарковый массив (I)                                  | 11                                      | 100         | 395,0 – 415,0       |
| Лесопарковый массив (II)                                 | 11                                      | 110         | 436,0 – 470,0       |
| Лесопарковый массив (III)                                | 28                                      | 25          | 423,0 – 446,0       |
| Лесопарковый массив (IV)                                 | 27                                      | 21          | 406,0 – 427,0       |
| Древостой сосны (V)                                      | 27,5                                    | 2,5         | 430,0 – 432,0       |
| Искусственного происхождения                             |   |             |                     |
| Городские посадки в жилом районе «Центральный» (VI)      | 10                                      | 20,5        | 448,0 – 456,0       |
| Городские посадки в жилом районе «Энергетик» (VII)       | 29                                      | 17          | 428,0 – 436,0       |
| Городские посадки в жилом районе «Гидростроитель» (VIII) | 34                                      | 16          | 345,0 – 350,0       |

**2.2. Материалы и методы.** Для определения степени воздействия техногенной нагрузки на древостои закладывались пробные площади на расстоянии от 10 до 34 км от стационарных источников загрязнения с

учетом рельефа местности в соответствии ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки». Для оценки воздействия антропогенной нагрузки проведено исследование древесных пород на пробных площадях с различной степенью уплотненности почв. Исследования городских посадок проводились с учетом их размещения в планировочной структуре города (рядовые посадки в примагистральных полосах, внутриквартальные насаждения). Комплексную оценку древесных пород проводили методами ландшафтной таксации и инвентаризации городских насаждений (Анучин, 1982; Артемьев, 1994; Инструкция по проведению лесоустройства в едином государственном лесном фонде Российской Федерации, 1995), всего обследовано 9715 деревьев. Плотность почвы определена по общепринятой методике (Добровольский, 2001; Новицкий, 2009). Для оценки санитарного состояния насаждений выполнено обследование на наличие повреждений в соответствии с порядком, изложенным в приказе Министерства природных ресурсов РФ «Об утверждении порядка организации и проведения лесопатологического мониторинга» от 9 июля 2007 г. № 174. Сравнительная оценка экологического состояния различных районов города проводилась методом биоиндикации (Захаров, 2000, Мелехова, 2007) по флуктуирующей асимметрии листовой пластины березы повислой. Дендрохронологическое обследование хвойных деревьев выполнялось по методике Т.Т.Битвинскаса (1974). Проведен лабораторный анализ проб листьев и хвои преобладающих пород на содержание фтора (подвижная форма), подвижной серы, свинца, цинка. Фтор определяли потенциометрическим методом с помощью ионоселективных электродов, серу – в соответствии с ГОСТ 26490-85. Содержание тяжелых металлов (свинца и цинка) находили электрохимическим способом. Для оценки рекреационной пригодности ландшафтных участков использовались методики А.Ф. Журавкова (1974), Н.М. Тюльпанова (1975), М.И. Гальперина (1976), И.Д.Родичкина (1977) В.С. Моисеева (1990).

## Результаты и обсуждение

### 3. Анализ состояния древостоев естественного происхождения в городской среде.

*Видовой состав.* Доминирующей породой в лесопарковых массивах естественного происхождения является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) - 57% от общего состава древостоя. Береза повислая (*Betula pendula* Roth) и береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh) составляют 17%, лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb) - 6%, осина (*Populus tremula* L.) - 16%, в гораздо меньших количествах встречаются: ель обыкновенная



(*Picea abies* L.), ель сибирская (*Picea obovata* Ladeb), ива серебристая (*Salix alba* L.), ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa* Rupr), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl).

**Морфометрические показатели.** В разделе рассмотрено влияние на состояние древесных пород комплекса факторов: возраста древостоя, расстояния от источника загрязнения, гипсометрических различий территории, направления господствующих ветров, а также интенсивности антропогенного воздействия. Одним из основных показателей состояния древостоев являются морфометрические особенности. Так, для преобладающей породы - сосны обыкновенной, возрастом от 30 до 110 лет, произрастающей на различном расстоянии от стационарных источников загрязнения (11 - 28 км), на участках с достаточно ровным рельефом местности (412 - 415 м над уровнем моря) были проанализированы таксационные показатели (рис.2).

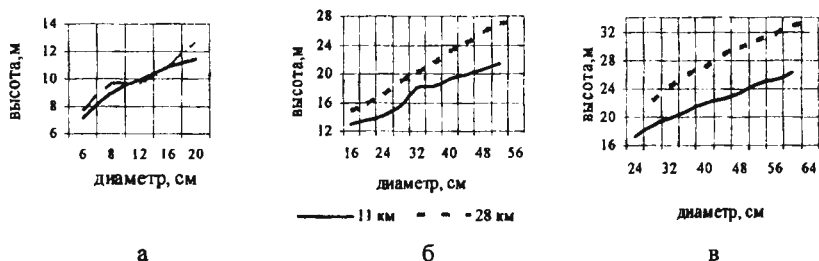


Рис 2. Зависимость высоты и диаметра сосны на различном удалении от источника загрязнения: а) в возрасте 30 лет, б) 70 лет, в) 110 лет

Большая вариабельность хода роста отмечается в молодых древостоях, с увеличением возраста наблюдается более четкая зависимость. В возрасте до 60 лет воздействия промышленного загрязнения в зависимости от расстояния не выявлено, что очевидно связано с большей резистентностью молодых древостоев. После достижения 60-летнего возраста начинают проявляться изменения таксационных характеристик.

Исследования влияния рельефа местности на состояние древостоев сосны проводились на примере массива, расположенного в 11 км от источника загрязнения, где перепад высот составляет 55 м (рис.3).

Сравнив графики (рис. 2, 3), можно предположить что на морфометрические показатели сосновых древостоев, подверженных техногенному воздействию, в большей степени влияет удаленность от источников загрязнения. В худших условиях находится растительность, расположенная на ветроударных склонах (Рунова, Аношкина, 2009, 2011).

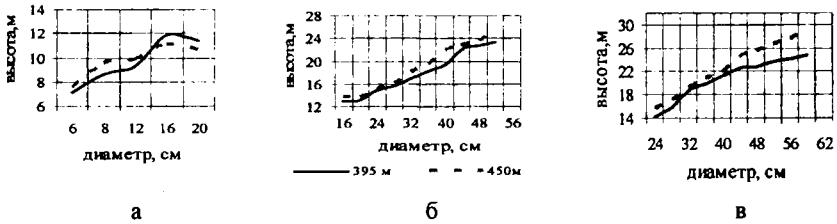


Рис.3. Зависимость высоты и диаметра сосны, произрастающей на высотных отметках от 395 до 450 м над уровнем моря: а) в возрасте 30 лет, б) 70 лет, в) 110 лет

Антропогенное воздействие на древостой проявляется через изменение таксационных характеристик, снижение радиального прироста, ухудшение санитарного и фитопатологического состояния. Индикатором этого воздействия является плотность верхних горизонтов почвы. Интенсивное уплотнение почвы приводит к изменению её структуры, уменьшению таких показателей, как порозность, аэрированность, водопроницаемость. Уплотнение является причиной снижения лесорастительного потенциала почвы, угнетения корневой системы деревьев, ухудшения их водно-минерального питания, снижения радиального прироста и, в конечном итоге, падения бонитета древостоев. Так, в глубине лесопаркового массива, расположенного в черте жил. р-на «Энергетик» плотность почвы на открытых участках, лишенных живого напочвенного покрова составляет  $0,96 \text{ г/см}^3$ , в зоне, примыкающей к застройке, -  $1,49 \text{ г/см}^3$ .

Показатели изменчивости диаметров стволов на участках с различным уплотнением почвы определялись по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100, \% \quad (1)$$

где  $\sigma$  – стандартное отклонение, см;  $\bar{x}$  – среднее значение диаметра ствола, см.

Используя полученные значения, можно определить интенсивность рекреационного воздействия на рост древостоя  $R$ , % по формуле:

$$R = \frac{V}{V_0} * 100, \% \quad (2)$$

где  $V$  – коэффициент изменчивости, полученный по данным наблюдений, %;  $V_0$  – критический нормативный коэффициент изменчивости, % (Моисеев, 1990).

Анализируя полученные данные можно определить влияние изменения интенсивности антропогенного воздействия. Так, в глубине лесопаркового массива средняя рекреационная нагрузка составляет 60,42%, вблизи городской застройки - 79,08 %.

Среднее значение коэффициента корреляции между диаметром и высотой для деревьев, испытывающих умеренную антропогенную нагрузку, составляет 0,80, т.е. древостой находится в достаточно благоприятных условиях произрастания. Для сосновых древостоев при повышенной антропогенной нагрузке коэффициент корреляции составляет 0,59.

Особый интерес представляет массив сосны естественного происхождения, расположенный в центре жил. р-на «Энергетик». Несмотря на то, что объект находится на удалении 27,5 км от промплощадки города, древостой испытывает угнетение из-за повышенной антропогенной нагрузки. Зависимость между таксационными характеристиками - минимальная ( $r = 0,31$ ). Длительный пресс и отсутствие мероприятий по уходу за деревьями привели к сильному уплотнению почвы ( $\rho = 1,98 \text{ г/см}^3$ ), что является основной причиной рекреационной дигрессии. Данные показатели, позволяют сделать вывод об угнетении процессов роста деревьев в городской среде. В целом, при суммарном воздействии антропогенной и техногенной нагрузок наблюдается преждевременное старение древостоев, потеря их устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды (Рунова, Аношкина, 2009, 2011).

*Исследование радиального прироста сосны.* Для установления особенностей радиального прироста проведено дендрохронологическое исследование сосны обыкновенной. При обработке результатов применен метод индексов радиального текущего прироста. Средний возраст исследуемого древостоя 60 лет. Радиальный прирост деревьев рассматривался за последние 55 лет, с начала основания города (рис. 4).

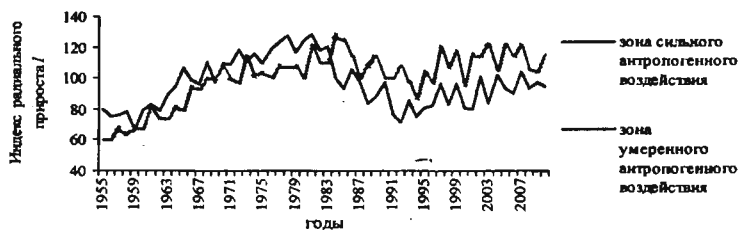


Рис 4. Радиальный прирост сосны в зонах различного рекреационного воздействия

Интенсивный рост деревьев наблюдался в период с 1960 по 1980 гг. С 1980 по 1993 гг. наблюдается спад радиального прироста, а затем кривая индексов снова идет вверх, причем с более выраженной цикличностью. В 70-е годы были введены в строй основные промышленные предприятия города, что привело к резкому ухудшению состояния древостоя, в дальнейшем этот процесс приобрел стабильно-хронический характер. С 1993 г. наблюдается увеличение радиального прироста, что связано с умень-

шением количества загрязняющих веществ в атмосфере, вызванным спадом производства. Индексы радиального прироста деревьев, расположенных в настоящее время в зоне с повышенной рекреационной нагрузкой, в период с 1955 по 1980 годы превосходили значения индексов древостоев с умеренной нагрузкой.

Таким образом, для одновозрастных деревьев, находящихся под влиянием одинаковых метеорологических факторов и техногенной нагрузки, произрастающих в идентичных условиях, но испытывающих больший антропогенный пресс, раньше наступает угнетение ростовых процессов, что, в конечном итоге приводит к дигрессии древостоев. Анализируя соотношение ранней и поздней древесины, можно отметить, что в древостоях, подверженных повышенному антропогенному воздействию в период с 1971 по 1993 гг., уменьшается количество поздней древесины. Это также можно объяснить достаточно стабильной работой предприятий-загрязнителей (Рунова и др.).

Для определения связи радиального годичного прироста с климатическими и техногенными компонентами также проведен корреляционный анализ. Наименьшие коэффициенты корреляции между радиальным приростом древесины и среднегодовым количеством осадков  $r = 0,09$ ;  $r = 0,05$  выявлены для зон умеренного и сильного антропогенного воздействия соответственно. Большее влияние на годичные индексы оказывает температурный режим, здесь прослеживается прямая зависимость, коэффициенты корреляции близки по значениям:  $r = 0,32$  и  $r = 0,34$ . По результатам исследований также обнаружена обратная статистическая связь между радиальным приростом и количеством вредных промышленных выбросов, коэффициенты корреляции более значимы  $r = -0,55$  и  $-0,42$  соответственно. Прослеживается взаимосвязь между антропогенной нагрузкой и рассматриваемыми факторами. Более ощутима зависимость прироста от климатических факторов и техногенного воздействия в зоне с повышенной антропогенной нагрузкой (Рунова, Аношкина, 2011).

Для проверки полученных результатов был применен регрессионный анализ. В качестве выходной величины ( $y$ ) взята интенсивность рекреационного воздействия  $R$ . Исследуемые факторы:  $x_1$  - техногенная нагрузка (удаленность от стационарных источников загрязнения);  $x_2$  - антропогенная нагрузка (плотность почвы). Для сосновых древостоев, возрастом до 60 лет уравнение имеет вид:

$$y = 76,22 + 4,08x_1 + 11,12x_2 - 1,09x_1x_2 \quad (3).$$

Так как коэффициент при факторе  $x_2$  превышает остальные, можно считать, что антропогенная нагрузка в большей степени влияет на состоя-

ние древостоя. Для сосны, возрастом более 60 лет уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 64,70 + 3,76x_1 + 3,62x_2 - 0,89x_1x_2 \quad (4).$$

Коэффициент при факторе  $x_1$  незначительно превышает коэффициент при факторе  $x_2$ . Можно сказать, что на состояние древостоя возрастом старше 60 лет большее влияние оказывает техногенная нагрузка. Результаты регрессионного анализа подтверждают выдвинутые ранее предположения о том, что на состояние древостоев естественного происхождения, возрастом до 60 лет промышленные выбросы не оказывают значительного влияния. Растения постепенно адаптируются к их воздействию. Это подтверждается результатами сравнения индексов радиального прироста древесины. В большей степени на состояние древостоев оказывает влияние антропогенная нагрузка. Токсиканты, накапливаясь, начинают проявлять свое действие в древостоях старше 60 лет, что выражается в снижении годового радиального прироста, подверженности насаждений различного рода повреждениям и заболеваниям. Следовательно, можно прогнозировать преждевременную деградацию насаждений естественного происхождения, подверженных воздействию чрезмерной антропогенной нагрузки.

*Санитарное состояние.* В разделе рассмотрены результаты обследования древостоев на наличие повреждений и заболеваний. Механические повреждения ствола и коры деревьев чаще наблюдаются в зоне, непосредственно примыкающей к городской застройке. В большинстве массивов у сосны наблюдаются некрозно-раковые поражения, усыхание ветвей, асимметрия крон. Осина в большей степени, чем остальные породы повреждена энтомовердителями и грибами. Наибольшее количество деревьев с повреждениями листьев и хвои обнаружено вблизи основных стационарных источников загрязнения: деревья, ослабленные техногенным воздействием, в большей степени поражены грибковыми заболеваниями и повреждены листогрызущими насекомыми (Пузанова, Аношкина, 2009).

*Разработка интегрального показателя для оценки ландшафтных участков.* Морфометрические показатели и санитарное состояние древостоев непосредственно влияют на эстетические качества лесопарковых массивов. Для определения степени пригодности каждого из рассматриваемых участков для целей рекреации были использованы шкалы рекреационной и эстетической оценок, разработанные М.И. Гальпериным (1968), А.Ф. Журавковым (1974), Н.М., Тюльпановым (1975), И.Д. Родичкиным (1977), а также класс совершенства, разработанный В.С. Моисеевым (1990). Учитывая большее количество компонентов, характеризую-

щих пригодность рекреационных территорий, нами был предложен интегральный показатель, позволяющий дать количественную характеристику ценности ландшафтных участков:

$$Q = \frac{T + П + Re + Э + У + C + Пр_1 + Пр_2 + Пл + l + b + D}{n}, \quad (5)$$

где  $T$  - тип пространственной структуры, балл (1-4);  $П$  - степень ценности древесных пород, балл (1-3);  $Re$  - категория рекреационной оценки, балл (1-5);  $Э$  - категория эстетической оценки, балл (1-5);  $У$  - класс устойчивости насаждений (1-4);  $C$  - категория состояния деревьев, балл (1-6);  $Пр_1$  - оценка проходимости участка, балл (1-3);  $Пр_2$  - оценка просматриваемости участка, балл (1-3);  $Пл$  - характеристика размещения деревьев по площади, балл (1-3);  $l$  - характеристика длины крон, балл (1-3);  $b$  - характеристика ширины крон, балл (1-3);  $D$  - стадия рекреационной дигрессии насаждений (1-5);  $n$  - количество показателей.

Интегральный показатель характеризует не только рекреационную ценность, но и экологическое состояние зеленых насаждений. Наилучшим условиям соответствуют рекреационные территории, для которых  $Q = 1$  наихудшим - 3,9. Наиболее привлекательным для целей отдыха по результатам вычисления интегрального показателя ( $Q = 1,81$ ) следует считать лесопарковый массив, расположенный на удалении 28 км от источника загрязнения, с пересеченным рельефом, оптимальным соотношением открытых и закрытых пространств 40-60%, хорошей проходимостью и просматриваемостью, многоярусным, разнородным, разновозрастным древостоем. Последнее место по степени привлекательности занимает естественный древостой сосны, расположенный в центре жилого района, на расстоянии 27,5 км от промышленных предприятий. Из-за повышенной антропогенной нагрузки древостой имеет IV стадию рекреационной дигрессии, что в конечном итоге снижает декоративные качества и влияет на общий интегральный показатель ( $Q = 2,5$ ) (Рунова, Аношкина, 2011).

#### 4. Анализ состояния городских объектов озеленения.

Формирование природного каркаса города возможно при обеспечении связей лесопарковых массивов с элементами городской системы озеленения при помощи зеленых коридоров.

Городская растительность представляет собой искусственно созданные сообщества, которые не являются саморегулирующими системами, они нуждаются в постоянном уходе, которого в большинстве случаев не получают. Наиболее подвержены влиянию стрессовых факторов урбанизации деревья, расположенные на примагистральных территориях.

**Видовой состав.** Преобладающей породой в составе городских посадок является тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch) - 67%. В значительно меньших количествах представлены следующие виды: береза повислая (*Betula pendula*), береза пушистая (*Betula pubescens*) - 11%; акация желтая каргана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) - 6%; вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.) - 4%; рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl) - 4%; лиственница сибирская (*Larix sibirica*) - 3%; яблоня ягодная (*Malus baccata* L.) - 3% от общего количества. Остальные представители деревьев и кустарников составляют 2% и менее от общего количества.

**Морфометрические показатели.** Морфометрические показатели древостоев искусственного происхождения были проанализированы для большинства пород деревьев, произрастающих в черте города. В р-не «Энергетик» средние значения диаметров и высоты больше, чем в «Центральном» р-не. Несмотря на то, что р-н «Гидростроитель» территориально расположен дальше других от стационарных источников загрязнения, условия произрастания здесь хуже, чем в р-не «Энергетик», что можно объяснить особенностями рельефа. Жил. р-н «Гидростроитель» расположен на пониженных отметках (ниже других исследуемых территорий в среднем на 100 м). Относительно розы ветров он находится с наветренной стороны, таким образом, загрязняющие вещества переносятся по поверхности воды Братского водохранилища и рассеиваются в приземном слое атмосферы. Средние значения диаметра и высоты деревьев в приагитальной полосе меньше, чем во внутриквартальных посадках. Возможно здесь создается микроклимат дворовых пространств: стена здания образует своеобразный экран, препятствующий распространению пыли, выхлопов автомобильного транспорта, создавая для деревьев, находящихся под защитой зданий более комфортные условия существования.

Для того чтобы более точно определить зависимость морфометрических характеристик от условий произрастания, был проведен дисперсионный анализ. В целом, для городских насаждений эмпирические значения критерия Фишера превосходят критический, что позволяет сделать вывод о достоверном влиянии условий произрастания на состояние городских посадок. Исключение составляет береза повислая в р-не «Центральный»  $F_{набл.} = 2,74 < F_{кр.} = 3,59$ , т.е. при достаточно сильном техногенном воздействии антропогенная нагрузка не оказывает значимого влияния на состояние насаждений (Аношкина, 2010).

**Санитарное состояние.** В результате обследования древостоев искусственного происхождения на наличие повреждений и заболеваний, было выявлено, что в «Центральном» р-не (10 км от источника загрязне-

ния) 98,2% насаждений имеют различные повреждения, поражены болезнями и вредителями. В р-не «Энергетик» (29 км) и «Гидростроитель» (34 км) соответственно поврежденных насаждений 82,5 и 86,4%. Таким образом, деревья, ослабленные воздействием промышленных эмиссий, в большей степени подвержены различного рода болезням и поражениям вредителями. Раковые раны и опухоли чаще, чем у других пород, встречаются у тополя бальзамического – 55,5% от общего количества деревьев. Акация желтая карагана (35,6%), яблоня ягодная (32,5%), клен ясенелистный (29,3%), больше поражены листогрызущими и насекомыми. Некрозы чаще встречаются у лиственницы сибирской – 32,6%, сирени обыкновенной – 29,1%, вяза приземистого – 25,1%. Наиболее уязвимы в условиях города деревья в рядовых посадках, расположенных вдоль автомагистралей (Рунова, Аношкина, 2009).

*Оценка состояния городских насаждений при помощи метода биоиндикации.* Для проведения сравнительной оценки условий среды отдельных районов г. Братска в качестве одного из индикаторных показателей были взяты пробы листьев березы с деревьев, произрастающих в различных условиях по отношению к улично-дорожной сети и объектам застройки. Площади листовых пластин у берез, расположенных в рядовых посадках вдоль городских магистралей, меньше, чем у образцов, взятых внутри жилых кварталов. Меньше других – средняя площадь листовой пластины у образцов, взятых в «Центральном» р-не города  $S_{\text{ср.}} = 16,08 \text{ см}^2$ . При исследованиях учитывалось также направление ветра. Образцы, взятые у деревьев, расположенных с наветренной стороны (улицы юго-западной ориентации) имеют меньшие размеры площадей.

При оценке состояния окружающей среды использовали балльную систему качества среды обитания живых организмов по показателям флуктуирующей асимметрии (Мелехова, Егорова, 2007) (табл.2).

Таблица 2

Интегральные показатели асимметрии

| Место сбора образцов<br>(жилой район) | Расстояние от<br>промзоны, км | Интегральный пока-<br>затель асимметрии | Балл<br>состояния |
|---------------------------------------|-------------------------------|---|-------------------|
| Центральный                           | 10                            | 0,092                                   | 5                 |
| Энергетик                             | 29                            | 0,065                                   | 3-4               |
| Гидростроитель                        | 34                            | 0,073                                   | 5                 |

Балл состояния 4-5 свидетельствует о высоком уровне загрязнения. Экологическая ситуация в р-не «Гидростроитель», несмотря на значительную отдаленность от источников промышленных выбросов, из-за особенностей рельефа сравнима с таковой для р-на, расположенного вблизи промплощадки (Рунова, Аношкина, 2009; Аношкина и др., 2011).



*Накопление токсикантов листьями и хвоей.* С целью определения основных загрязнителей у разных пород деревьев, произрастающих в различных жилых районах, проведен анализ проб листьев и хвои (табл.3).

Таблица 3

## Содержание загрязняющих веществ в листьях и хвое

| Жилой район     | Загрязняющее вещество, мкг/кг | Порода |       |             |        |       |        |
|-----------------|-------------------------------|--------|-------|-------------|--------|-------|--------|
|                 |                               | Береза | Вяз   | Лиственница | Рябина | Сосна | Тополь |
| Центральный     | фтор                          | 2,68   | 9,78  | 17,14       | 7,52   | 1,98  | 18     |
|                 | сера                          | 9,57   | 19,73 | 19,84       | 10,26  | 5,22  | 25,43  |
|                 | свинец                        | 0,17   | 0,11  | 0,7         | 0,43   | 0,6   | 0,18   |
|                 | цинк                          | 12,8   | 5,7   | 0,2         | 16,2   | 81,6  | 2,2    |
| Энергетик       | фтор                          | 1,49   | 11,8  | 0,78        | 2,5    | 0,97  | 1,96   |
|                 | сера                          | 7,45   | 19,6  | 13,48       | 8,6    | 5,2   | 6,46   |
|                 | свинец                        | 0,1    | 0,001 | 0,33        | 0,001  | 0,001 | 0,1    |
|                 | цинк                          | 14,2   | 0,01  | 22,1        | 0,01   | 0,01  | 18,9   |
| Гидро-строитель | фтор                          | 8,43   | 18,91 | 14,62       | 9,46   | 15,92 | 9,13   |
|                 | сера                          | 18,3   | 19,4  | 11,9        | 13,2   | 7,5   | 23,9   |
|                 | свинец                        | 0,001  | 0,036 | 0,38        | 0,449  | 0,001 | 0,423  |
|                 | цинк                          | 0,01   | 0,01  | 0,01        | 0,01   | 0,01  | 0,01   |

Как следует из показаний табл.3, максимальное количество фтора и серы обнаружено в листьях вяза приземистого и тополя бальзамического, т.е. пород, которые принято считать устойчивыми к воздействию токсикантов, а также в хвое лиственницы сибирской – неустойчивой к загрязнениям породе. Следует отметить, что среднее содержание фтора в листьях и хвое городских насаждений в р-не «Гидростроитель» на 33% больше, чем в «Центральном» р-не. Как было отмечено выше, это объясняется особенностями рельефа и расположением селитебной зоны относительно преобладающих ветров (Аношкина, 2009, 2010). Если в обследованных районах города диапазон модальных концентраций фтора находится в пределах 7 - 9 мкг/кг, то фоновые районные показатели в 50 км от города составляют 1,14 мкг/кг.

**5. Выводы:** 1. На состояние древостоев естественного происхождения возрастом до 60 лет большее влияние оказывает антропогенная нагрузка, после достижения 60-летнего возраста начинает сказываться влияние техногенной нагрузки, что подтверждают результаты регрессионного анализа.

2. На распространение выбросов промышленных предприятий большее влияние оказывает рельеф местности, чем расстояние от источника загрязнения. На территории, расположенной ниже промышленной зоны, но на значительном удалении (34 км), обнаружено загрязняющих веществ больше, чем вблизи неё.

3. Городские насаждения, расположенные в примагистральных полосах недостаточно эффективно выполняют санитарную и средозащитную функции. В более благоприятных условиях находятся древесные растения, произрастающие во внутриквартальных посадках (группы, массивы). Здесь площадь листовой пластины на 28% больше, чем в примагистральной полосе.

4. Бóльшее количество токсичных веществ накапливают породы, которые принято считать газоустойчивыми: вяз приземистый, рябина сибирская, тополь бальзамический, так, содержание фтора в листьях вблизи источника загрязнения составляет - 9,78; 7,52; 18 мкг/кг соответственно, для сосны - 1,98 мкг/кг.

5. Интегральный показатель пригодности ландшафтных участков для целей рекреации соответствует их видовому разнообразию, устойчивости к техногенной и антропогенной нагрузкам, санитарному состоянию. Рекреационные территории, расположенные в черте города могут быть использованы для размещения зон отдыха.

**6. Рекомендации по озеленению городских территорий.** При планировании системы озеленения города основными задачами являются: сохранение природных комплексов и их способности к воспроизводству, а также создание растительных сообществ, устойчивых к условиям городской среды. Для их решения необходимо:

1. Создавать непрерывный природный каркас города, обеспечивая связь лесопарковых массивов с объектами городского озеленения с помощью зеленых коридоров.

2. Для бóльшей устойчивости насаждений из хвойных пород, расположенных в селитебной зоне, следует высаживать лиственные породы, способные принять на себя воздействие части промышленных выбросов.

3. Проводить агротехнические мероприятия по оздоровлению почвогрунтов: выполнять подсыпку растительного грунта с посевом газонных трав.

4. При формировании системы озеленения городских территорий следует укрупнять массивы насаждений, расположенные внутри жилых кварталов.

5. Формировать ассортимент насаждений, используемых в озеленении города, из пород, обладающих устойчивостью к антропогенным нагрузкам: шире использовать интродуценты, устойчивые к воздействию антропогенной и техногенной нагрузок. Так для Братска наиболее подходящими являются: вяз приземистый, клен ясенелистный, липа мелколистная.

6. Создавать городские питомники, оборудованные лабораториями, позволяющими проводить научно-практические исследования в области адаптации зеленых насаждений к имеющимся условиям и вести разработку предложений по их оздоровлению.

#### **Список работ, опубликованных по теме диссертации Л.В. Аношкиной**

##### **Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах:**

1. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Воздействие антропогенных факторов на древесно-кустарниковую растительность г. Братска // Вестник КрасГАУ. 2009. Выпуск 9. С. 87-91.

2. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Формирование газоустойчивого ассортимента древесных растений в условиях повышенной техногенной нагрузки Братска // Вестник КрасГАУ. 2010. Выпуск 6. С. 76-81.

3. Рунова Е.М., Михайлова Т.А., Аношкина Л.В. Влияние рекреационной нагрузки на радиальный прирост сосны // Системы Методы Технологии. 2011. №2 (10). С. 142-144.

##### **Статьи, опубликованные в других периодических изданиях:**

4. Аношкина Л.В. Анализ воздействия техногенной нагрузки на городские насаждения // Системы Методы Технологии.- 2009. - №4. С. 109-111.

5. Вахрушева Е.В., Аношкина Л.В. Усыхающий древостой // Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развития регионов Сибири: в 2т. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009. С.263-266.

6. Аношкина Л.В. Оптимизация размещения зеленых насаждений в городской среде // Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: в 2 т.- Братск: БрГУ, 2010. – Т.1. С. 174-178.

7. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Изменение таксационных показателей сосны на фоне антропогенного воздействия // Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развития регионов Сибири: в 2т. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – Т.1.С. 85-89.

8. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Оценка аттракторности рекреационных зон // Труды Братского государственного университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развития регионов Сибири: в 2т. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – Т.1.С. 89-93.

##### **Работы, опубликованные в материалах научных конференций:**

9. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Состояние древесной и кустарниковой растительности в урбоэкосистеме г. Братска // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 22. – Брянск: БГИТА, 2009. С. 173- 177.

10. Пузанова О.А., Аношкина Л.В. Лесопатологическое обследование насаждений сосны обыкновенной в городской среде // Леса России в XXI веке: мате-

риалы первой международной научно-практической интернет – конференции. Июнь 2009 г. / Под ред. Авторов. – СПб.: СПбГЛТА, 2009. С. 82-84.

11. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Анализ состояния и жизнеспособности растительности г. Братска // Город. Лес. Отдых. Рекреационное использование лесов на урбанизированных территориях. Научная конференция. Тезисы докладов. Т-во научных изданий КМК. 2009. С. 56-57.

12. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Применение метода биоиндикации для оценки состояния растительности // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 23. – Брянск: БГИТА, 2009. С. 117-120.

13. Аношкина Л.В. Анализ древесной растительности лесопарка // Естественные инженерные науки – развитию регионов Сибири: материалы VIII (XXX) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. С. 155.

14. Аношкина Л.В. Влияние розы ветров и рельефа местности на газопоглощающую способность древесных растений // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно – технической конференции. Выпуск 26. – Брянск: БГИТА, 2010. С. 71-74.

15. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Эстетическая оценка ландшафтов // Естественные инженерные науки – развитию регионов Сибири: материалы X (XXXII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во «БрГУ», 2011. С. 119.

16. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Состояние сосновых древостоев в урбозко-системе // Естественные инженерные науки – развитию регионов Сибири: материалы X (XXXII) Всероссийской научно-технической конференции.- Братск: Изд-во «БрГУ», 2011. С. 71.

17. Аношкина Л.В., Пузанова О.А., Смирнова А.В. Оценка качества среды методом флуктуирующей асимметрии древесных растений // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно – технической конференции. Выпуск 28. – Брянск: БГИТА, 2011. С. 79-81.

18. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Зависимость радиального прироста сосны от климатических и антропогенных факторов // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно – технической конференции. Выпуск 28. – Брянск: БГИТА, 2011. С. 132-135.

19. Рунова Е.М., Аношкина Л.В. Состояние городских насаждений в условиях г. Братска // Актуальные проблемы мониторинга экосистем антропогенно нарушенных территорий: Сб. материалов Научно-практич. Конф. С междунар. участием – Ульяновск: УлГУ, 2011. С. 179-182.





Подписано в печать 25.11.2011  
Формат 60 × 84  $\frac{1}{16}$   
Печать трафаретная.  
Уч.-изд. л. 1,25. Усл. печ. л. 1,25.  
Тираж 120 экз. Заказ 619

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВПО «БрГУ»  
665709, Братск, ул. Макаренко, 40

